

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 651100
Техническая физика.(№ 212 тех/дс от 27.03.2000)

СД.Ф.6, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Технической теплофизики протокол № 230 от 27.06.2011

Программу разработал

профессор, д.т.н.

Дьяченко Юрий Васильевич

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Чичиндаев Александр Васильевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Чичиндаев Александр Васильевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
СД.Ф.6	Шифр дисциплины СД.Ф.6 - Воздухоразделительные установки Программа курса разработана на основании ГОС по направлению 651100 "Техническая физика " и ГОС по специальности 140401 "Техника и физика низких температур" Содержание программы: основные сведения об атмосферном воздухе, принципы разделения воздуха; основы конденсационно-испарительного метода; процесс ректификации; адиабатная ректификационная колонна; понятие полюса; минимальное число теоретических тарелок; колонны однократной ректификации - азотная и кислородная колонны; колонна двукратной ректификации; криогенное обеспечение процесса ректификации; типы ректификационных колон; расчет ректификационной тарелки; системы очистки воздуха от примесей; регенераторы воздухоразделительных установок; получение чистого аргона; получение чистого неона; получение особо чистых газов; компрессорное оборудование воздухоразделительных установок; вспомогательное оборудование воздухоразделительных установок; принципиальные схемы существующих воздухоразделительных установок и анализ их работы; основы автоматизации установок разделения воздуха; техника безопасности при эксплуатации воздухоразделительных установок.	200

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Курс входит в число дисциплин федерального компонента, как часть цикла СД - специальные дисциплины.
Адресат курса	Студенты четвертого курса дневной формы обучения направления 140401 "Техника и физика низких температур"
Основная цель (цели) дисциплины	В соответствии с квалификационной характеристикой выпускника задачами дисциплины "Воздухоразделительные установки" состоят в формировании умений и навыков по следующим направлениям профессиональной деятельности: -принципы разделения воздуха; основы конденсационно-

	испарительного метода; -процесс ректификации; адиабатная ректификационная колонна; азотная и кислородная колонны; колонна двукратной ректификации; криогенное обеспечение процесса ректификации; типы ректификационных колон; -расчет ректификационной тарелки; способы получения чистого аргона; получение чистого неона; получение особо чистых газов; -принципиальные схемы существующих воздухоразделительных установок и анализ их работы; основы автоматизации установок разделения воздуха
Ядро дисциплины	Основу курса составляет изучение основных принципов разделения воздуха; основы конденсационно-испарительного метода; процесса ректификации и типов ректификационных колон; расчет ректификационных тарелок и колонн, изучение принципиальных схем существующих воздухоразделительных установок и анализ их работы;
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Полученные знания в естественнонаучных (математика, физика, химия, термодинамика) и общепрофессиональных (прикладная механика, механика жидкости и газа, низкотемпературные установки) дисциплинах позволят в полной мере изучить данный курс и направить специалиста для решения поставленных задач.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Знание курсов физики, математики, термодинамики, теплопередачи.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Деятельность студентов по изучению дисциплины предполагает посещение лекций, выполнение комплекса лабораторных работ и самостоятельная работа. На лабораторных работах студенты изучают агрегатный состав систем и схемы промышленных установок. Самостоятельная работа включает выполнение курсовой работы, подготовка к лабораторным занятиям и лекциям.

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	об основных принципах и методах разделения воздуха
знать	
2	условия равновесного состояния систем азот-кислород, физические основы процесса ректификации, устройство и работу ректификационных колонн, устройство и работу промышленных установок
уметь	
3	пользоваться термодинамическими диаграммами, графическими методами расчета ректификации, составлять тепловой и материальный баланс колонн
иметь опыт (владеть)	
4	расчета равновесного состояния системы азот-кислород, расчета числа теоретических тарелок в колонне, расчета теплового и материального баланса колонн

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 9		
Дидактическая единица: Общие принципы и методы разделения газов		
Общие принципы и методы разделения газов	4	1
Дидактическая единица: Равновесное состояние двухфазной системы азот-кислород		
Равновесные состояния системы азот-кислород, диаграммы состояния.	4	2
Фракционированное испарение и конденсация	4	2
Дидактическая единица: Ректификация		
Ректификация ректификационная колонна; понятие полюса; минимальное число теоретических тарелок; колонны однократной и двукратной ректификации	6	3
Криогенное обеспечение процесса ректификации; материальный и тепловой баланс колонны	6	3
Дидактическая единица: Промышленные воздуходелительные установки		
Системы очистки воздуха от примесей	2	2
Схемы и работа промышленных установок	6	1
Основы автоматизации и техники безопасности	2	1

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 9			
Дидактическая единица: Промышленные воздухоразделительные установки			
Изучение агрегатов, предназначенных для разделения воздуха	Изучение правил техники безопасности при нахождении в лаборатории. Изучение особенностей работы установок для получения сжиженных газов (Акт-16-2, Кт-12, Г-6800). Написание отчета. Защита лабораторной работы путем устного общения с преподавателем.	8	1, 3, 4
Получение аргона, неонгелиевой смеси и криптона из воздуха.	Изучение схемы кислородно-аргонного аппарата, воздухоразделительного аппарата с дополнительным дефлегматором. Оформление отчета. Защита лабораторной работы.	8	1, 3, 4
Дидактическая единица: Ректификация			
Извлечение инертных газов из воздуха.	Изучение основных принципов получения инертных газов путем ректификации воздуха. Написание отчета. Защита лабораторной работы путем устного общения с преподавателем.	8	1, 3, 4
Изучение ректификационных колонн	Изучение принципов работы и расчета ректификационных колонн. Оформление отчета. Защита лабораторной работы.	10	1, 3, 4

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 9, Контрольные работы

Контрольная работа состоит из вопросов по равновесному состоянию системы азот-кислород и фракционному испарению, конденсации.

12 час.

Семестр- 9, Курсовой проект

Курсовой проект состоит из трех типовых задач

-равновесное состояние системы азот-кислород,

-расчет числа идеальных тарелок ректификационной колонны,

-тепловой и материальный расчет ректификационной колонны.

24 час.

Семестр- 9, Индив. работа

Консультационная работа по теоретическому курсу и КП.

30 час.

Семестр- 9, Подготовка к занятиям

Изучение пройденного материала по конспекту, изучение основной и дополнительной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, лекциям.

58 час.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

По дисциплине учебным планом предусмотрен экзамен.

К экзамену допускаются студенты, защитившие курсовой проект и сдавшие лабораторные работы.

Экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам, включающим два теоретических вопроса.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Беляков В. П. Криогенная техника и технология / В. П. Беляков. - М., 1982. - 271 с. : ил.

7.2 Дополнительная литература

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В электронном виде

1. Дьяченко Ю. В. Воздухоразделительные установки [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Ю. В. Дьяченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_1088_1325828523.doc. - Загл. с экрана.

8.2 Программное обеспечение

1. Microsoft Corporation, Excel, Позволяет выполнять вычисления, а также анализировать и визуализировать данные в электронных таблицах
2. Microsoft, Office XP, Офисный пакет приложений
3. OriginLab Corporation, OriginPro Academic, пакет программ для численного анализа данных и научной графики

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Контрольные вопросы по курсу

"Воздухоразделительные установки"

1. Теоретически минимальная работа для смешения газов.
2. Теоретически минимальная работа для разделения газа на составные части.
3. Методы разделения газов.
4. Давление насыщенных паров (упругость) O_2 и N_2 .
5. Равновесные кривые для кислорода и азота.
6. Экспериментальные кривые равновесия.
7. Диаграммы равновесных кривых.
8. Диаграммы для расчетов процессов разделения воздуха.
9. Испарение жидкого воздуха в замкнутом пространстве, т. е. без отвода образующихся паров.
10. Фракционированное испарение.
11. Конденсация воздуха без отвода жидкости.
12. Фракционированная конденсация воздуха.
13. Дефлегмация воздуха.
14. Принцип ректификации воздуха.
15. Физическая сущность процесса ректификации.
16. Ректификационная колонна.
17. Разделительная колонна однократной ректификации.
18. Разделительные колонны двукратной ректификации.
19. Процессы, протекающие на ректификационной тарелке.
20. Определение числа тарелок в концентрационной колонне.
21. Определение числа тарелок в колонне, состоящей из концентрационной и отгонной секций.
22. Определение состава паров после дросселирования жидкости из нижней колонны в верхнюю.
23. Минимальное количество флегмы.
24. Минимальное количество тарелок, место ввода смеси.
25. Графические расчеты с помощью ($i-x$) диаграммы, непрерывное испарение.
26. Графические расчеты с помощью ($i-x$) диаграммы, конденсация.
27. Дистилляция.
28. Количество тепла при дистилляции.
29. Дефлегмация.
30. Противоточный дефлегматор.
31. Прямоточный дефлегматор.